

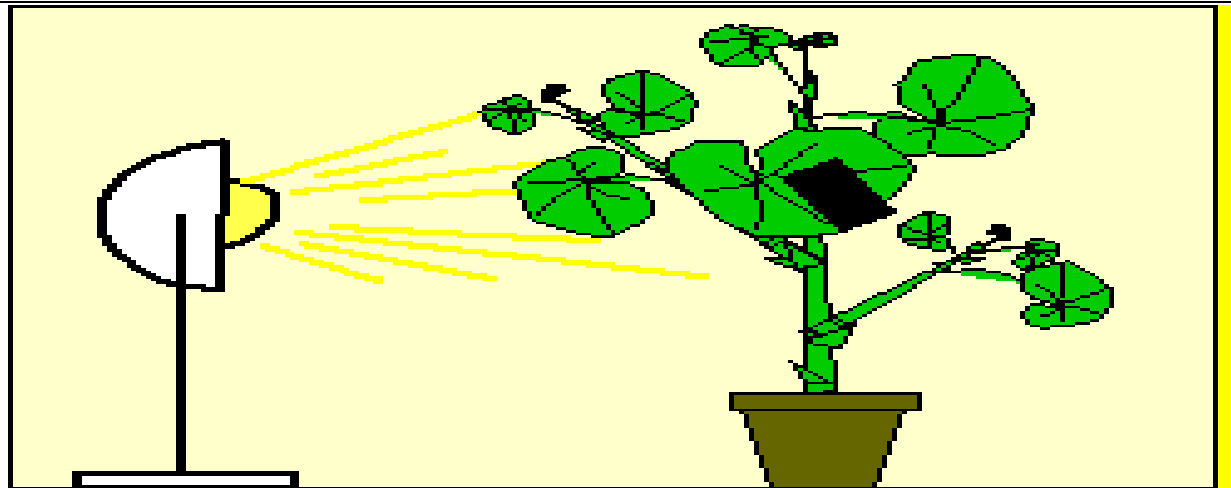
METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Activité 1 : Mise en évidence et localisation de la photosynthèse.

Expérience : Mise en évidence et localisation de la photosynthèse 20 minutes

Hypothèse : la lumière permet la production d'amidon et donc la photosynthèse

On dispose d'une plante verte (chlorophyllienne) éclairée depuis plusieurs jours. Certaines feuilles possèdent un cache noir sur une partie, ce qui empêche la lumière de parvenir jusqu'à la feuille. **Document 1.a.**



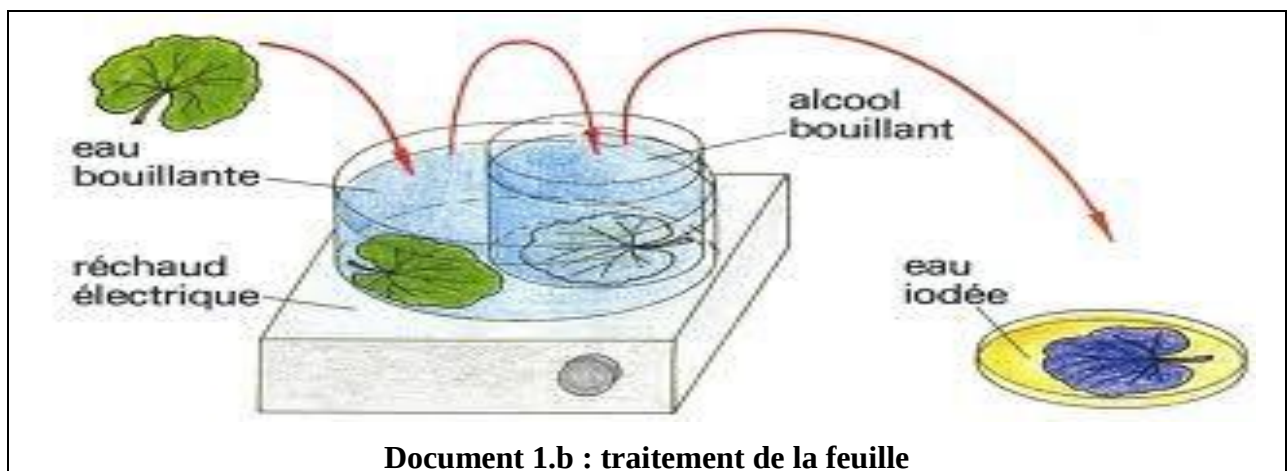
Document 1.a

Expérience témoin : une feuille éclairée depuis plusieurs jours est prélevée, puis elle est introduite dans l'alcool bouillant (pour éliminer la chlorophylle) puis dans l'eau bouillante (pour éliminer l'excès d'alcool). La présence d'amidon est recherchée grâce à l'eau iodée.

Document 1.b

Expérience : on réalise la même démarche en utilisant une feuille dont une partie a été cachée de la lumière par un cache noir.

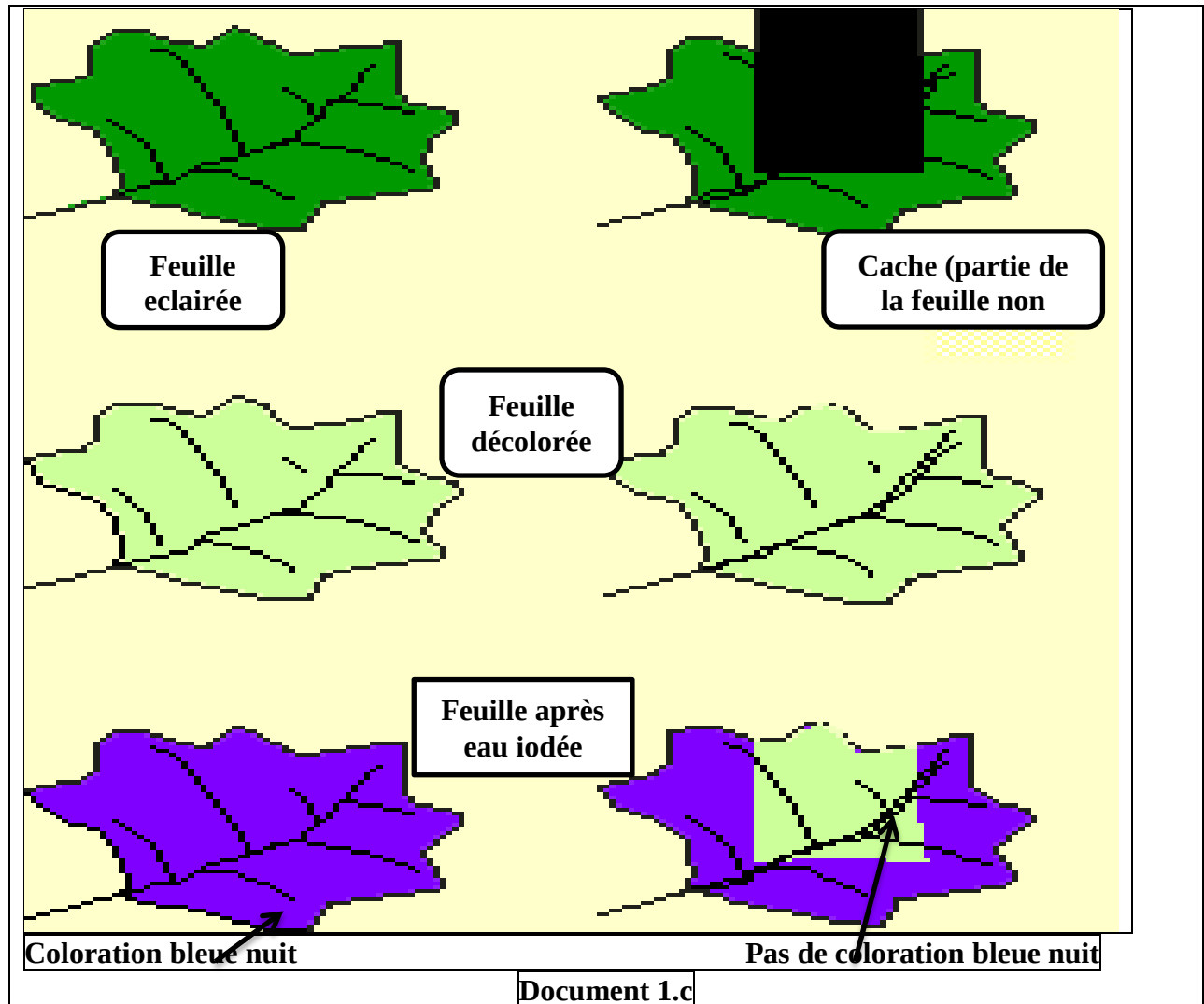
Le facteur variable de l'expérience est donc la lumière (présence ou absence).



Document 1.b : traitement de la feuille

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Résultats de l'expérience :



Consigne :

1. Explique ces résultats.
2. Dis si l'hypothèse est validée ou non. Justifie ta réponse.
3. Après traitement, les chloroplastes des cellules de la feuille éclairée présentent une coloration bleue et ceux des cellules de la feuille dont une partie a été cachée ne présentent pas de coloration au microscope.

Ces résultats permettent-ils d'affirmer sans réserve que les chloroplastes sont le lieu de la synthèse de l'amidon ? Justifie ta réponse.

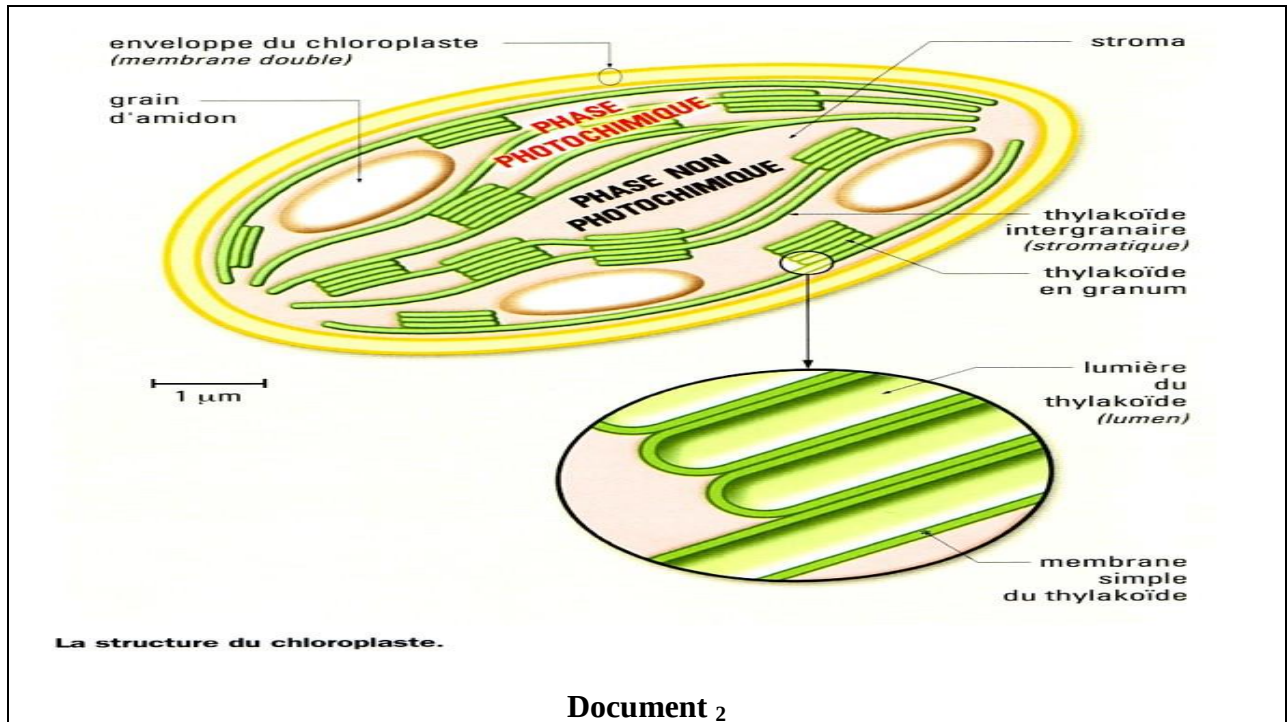
METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Activité 2 : Les phases de la photosynthèse.

1. Localisation :

10 minutes

La synthèse des substances organiques à partir des substances minérales par les plantes chlorophylliennes se déroule en deux étapes.



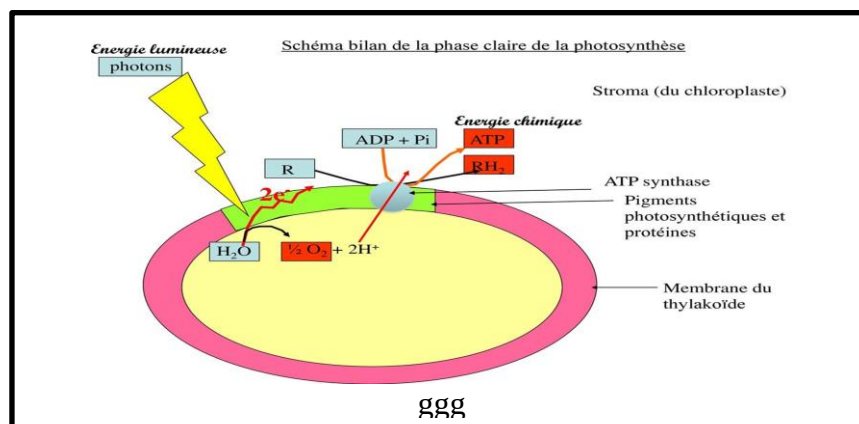
Consigne :

En exploitant le document 2, cite et localise les différentes phases de la photosynthèse.

2. Phase claire ou phase photochimique

10 minutes

La phase claire est un ensemble de réactions photochimiques, qui dépendent de la lumière et au cours desquels les électrons sont transportés à travers les deux photosystèmes (PSI et PSII) afin de produire de l'ATP et du NADPH, H^+ . Document 3 : phase photochimique



METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

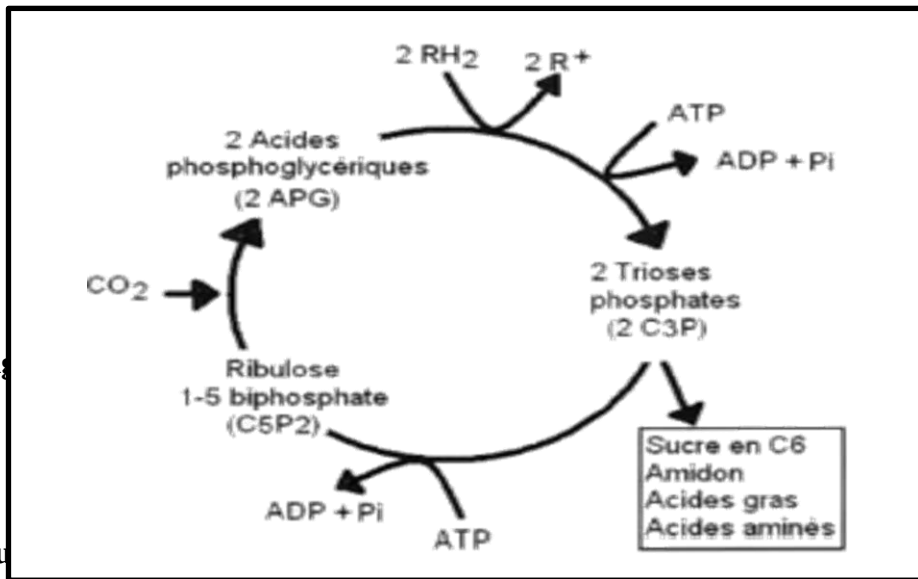
Consigne : En te servant du document 3 ;

- Donne les caractéristiques de cette phase
- Donne son équation bilan sachant que la somme des réactifs donne les produits

3. Phase sombre ou phase non photochimique

10 minutes

Elle correspond au cycle de Calvin, entièrement enzymatique et indépendante de la lumière, au cours duquel l'ATP et le NADPH, H^+ sont utilisés pour la conversion du dioxyde de carbone et de l'eau en glucides. Document 4 : cycle de Calvin

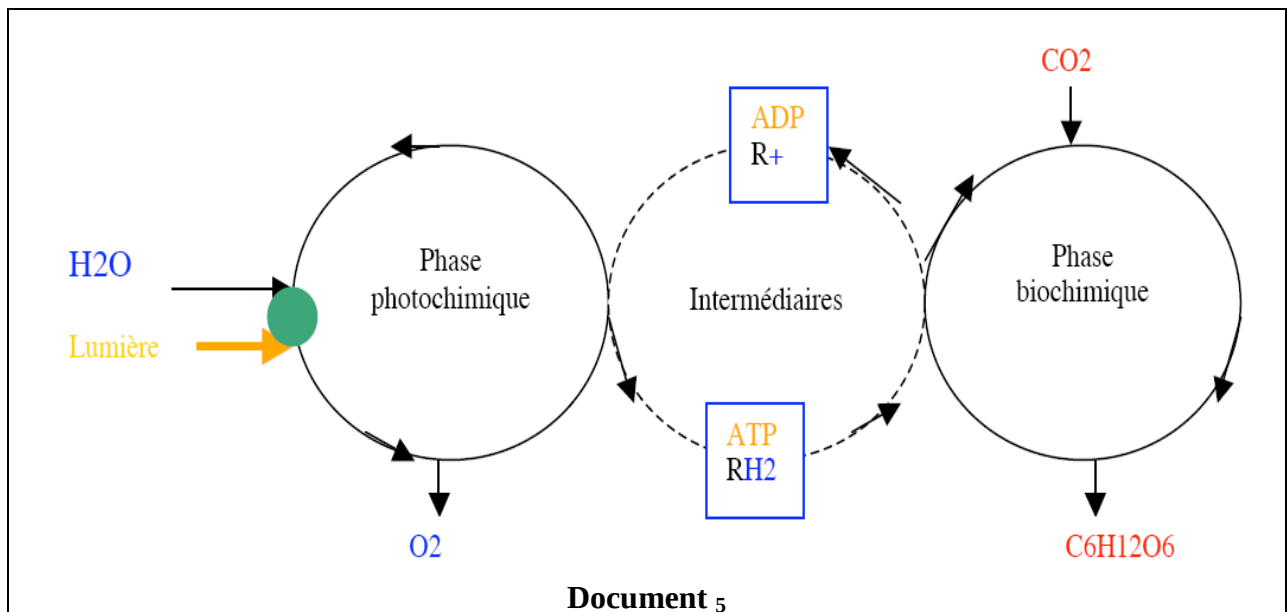


Consigne :

-
-

4. Couplage

Le document 5 retrace le couplage phase claire – phase sombre.



Consigne :

Observe le document 5 et dis en quoi la 2^{ème} phase est-elle dépendante de la 1^{ère}.

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Activité 3 : Oxydations cellulaires

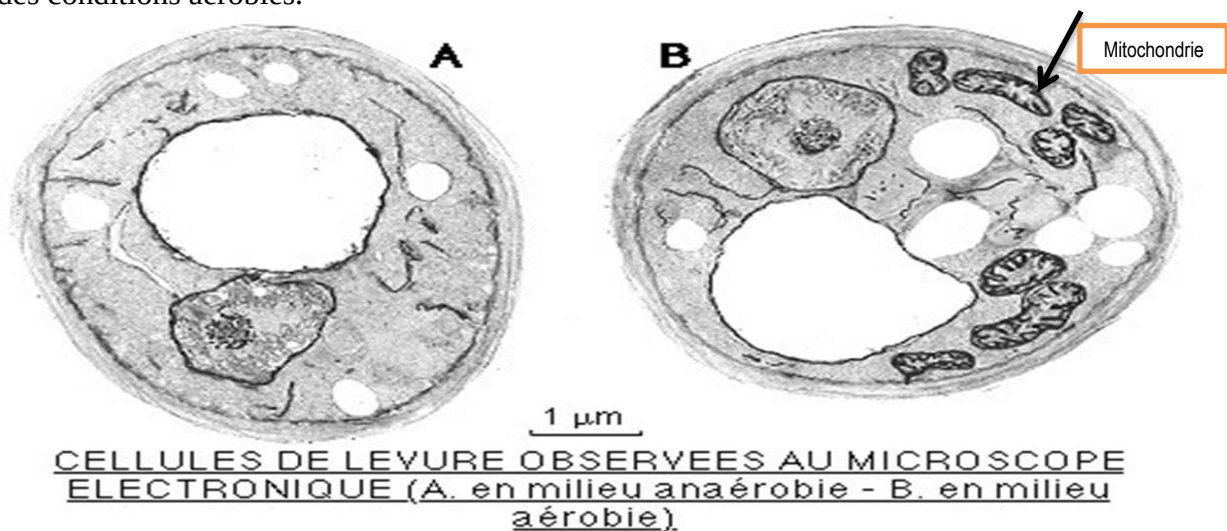
1. Mise en évidence de la respiration mitochondriale: Observation de levures en aérobiose et anaérobiose

15 minutes

Les levures sont des champignons unicellulaires dépourvus de chlorophylle. Comme les cellules animales, elles sont hétérotrophes et consomment des substances organiques qui peuvent être soit stockées, soient puisées dans le milieu.

Nous savons que la **respiration** est un phénomène qui **consomme du dioxygène** et **rejette du dioxyde de carbone** et la **fermentation non**. Nous savons aussi que ces échanges de gaz s'accompagnent de l'**oxydation de nutriments organiques**, comme le glucose.

Le **document₆** montre l'observation au microscope électronique de levures ayant séjourné dans des conditions aérobies.



Document 6

Consigne :

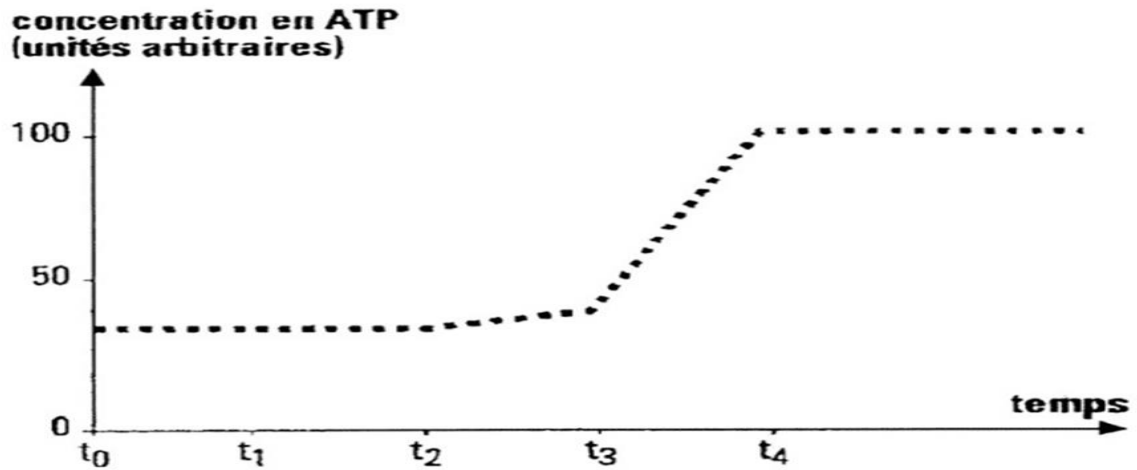
- Que constates – tu de l'observation du document₆ ?
- A partir de ton constat, dis quel rôle peut-on attribuer aux mitochondries.
- Précise si la fermentation nécessite la présence des mitochondries.

2. Condition de synthèse de l'ATP :

10 minutes

Le **document₇** représente l'évolution de la concentration en **ATP** en fonction du temps dans une suspension de mitochondries, en présence de dioxygène.

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE



Document₇ : Evolution de la concentration en ATP en fonction du temps

NB : à t_0 : ajout de saccharose ; à t_1 : ajout de glucose ; à t_2 : ajout de pyruvate ; à t_3 : ajout d'ADP + Pi^* + pyruvate ; à t_4 : ajout de cyanure (produit qui bloque l'activité enzymatique)
 Pi^* : phosphate inorganique.

Consigne :

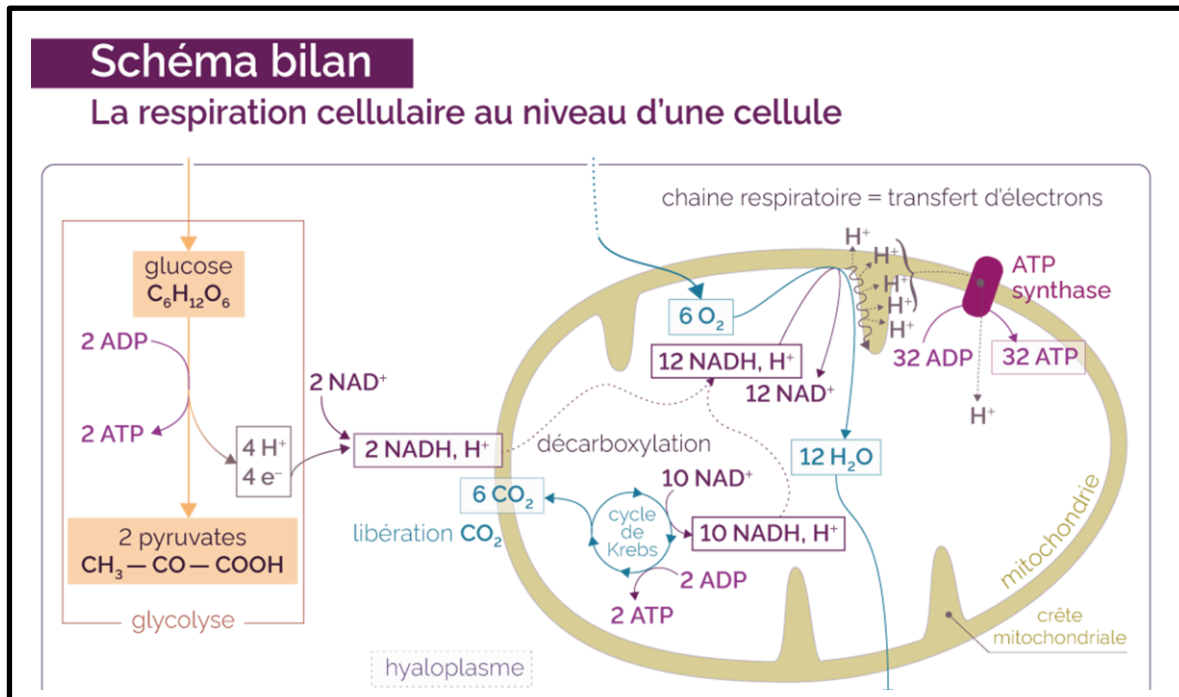
Observe le document₇ et décris ton constat après chaque ajout. Tire une conclusion.

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

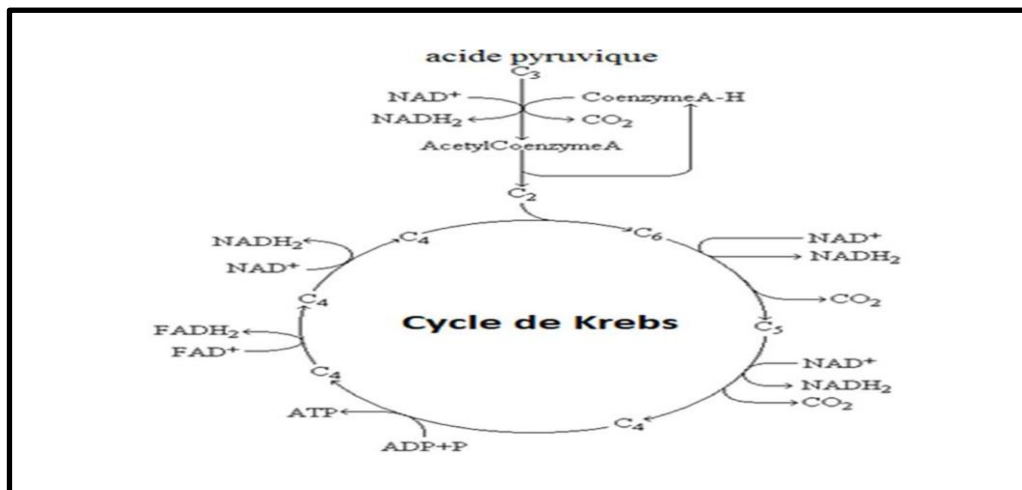
3. La respiration :

25 minutes

La **respiration cellulaire** est une dégradation complète ou totale d'un métabolite (glucose) en présence d' O_2 avec libération d'ATP comme le démontre les documents 8 et 9 ci-dessous.



Document₈ : Etapes de la respiration



Document₉ : Cycle de Krebs

Consigne :

- Cite les étapes de la respiration cellulaire et leur siège en te servant du Document₈.
- Détermine le nombre de moles d'ATP produit au cours de la respiration en utilisant le Document₈ pour la première étape et le Document₉ pour les deux autres.

NB : $1NAD^+ \rightarrow 3ATP$; $1FAD^+ \rightarrow 2ATP$

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

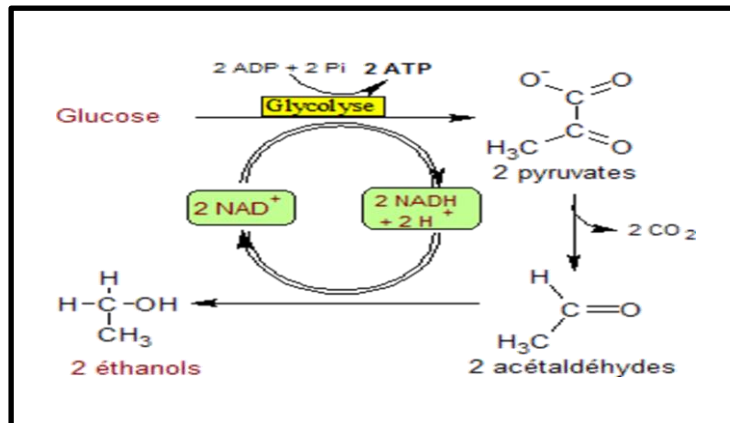
c. En utilisant ta réponse à la 2^{ème} question, Calcule le rendement énergétique de la respiration (dégradation complète d'une molécule de glucose) sachant que la dégradation totale d'1 mole de glucose donne 2840 kJ ; 1 mole d'ATP donne 30,5 kJ.

NB : Rendement énergétique = Energie des ATP / Energie du glucose

4. La fermentation :

15 minutes

La fermentation est une dégradation partielle ou incomplète des substances organiques par les microorganismes en milieu anaérobie avec production d'énergie.



Document₁₀: Bilan de la fermentation alcoolique

Consigne : En utilisant le Document₁₀ ;

a. Précise le siège de la fermentation cellulaire.

b. Détermine le nombre de moles d'ATP produit au cours de la fermentation.

c. Connaissant le nombre de moles d'ATP produit au cours de la fermentation, Calcule le rendement énergétique de la fermentation (dégradation partielle d'une molécule de glucose) sachant que la dégradation totale d'1 mole de glucose donne 2840 kJ ; 1 mole d'ATP donne 30,5 kJ.

NB : Rendement énergétique = Energie des ATP / Energie du glucose

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

SYNTHESE GENERALE :

Introduction :

Les végétaux chlorophylliens réalisent la synthèse des substances organiques (glucides, lipides, protides) en utilisant l'énergie lumineuse piégée par la chlorophylle : c'est la **photosynthèse**. Ces végétaux sont des **autotrophes ou producteurs primaires**. Les animaux et les végétaux non chlorophylliens utilisent la matière organique produite par les **autotrophes** comme source d'énergie et de matière première pour réaliser leurs propres synthèses : Ce sont des **hétérotrophes**. L'extraction de l'énergie chimique de la matière organique est réalisée par la **respiration** ou par des **fermentations**.

I. Mécanisme de la photosynthèse :

La photosynthèse est la synthèse de substances organiques à partir de substances strictement minérales (CO_2 et H_2O) en présence de la lumière.

Elle se déroule dans les chloroplastes des cellules chlorophylliennes avec absorption de CO_2 et rejet d' O_2 . Elle comprend deux phases : une phase photochimique ou claire et une phase chimique ou sombre.

1. Phase photochimique :

1.1. Siège :

La phase claire a lieu dans les membranes des **thylakoïdes**. Cette phase a pour but de produire de l'énergie chimique mais aussi des transporteurs d'électrons.

1.2. Caractéristiques :

- La capture de l'énergie lumineuse par le système photorécepteur de la chlorophylle ;
- La photolyse de l'eau accompagnée d'un dégagement d' O_2 ;



- La réduction d'un accepteur final d'électrons et de protons



- La synthèse d'ATP : $\text{ADP} + \text{Pi} \longrightarrow \text{ATP}$

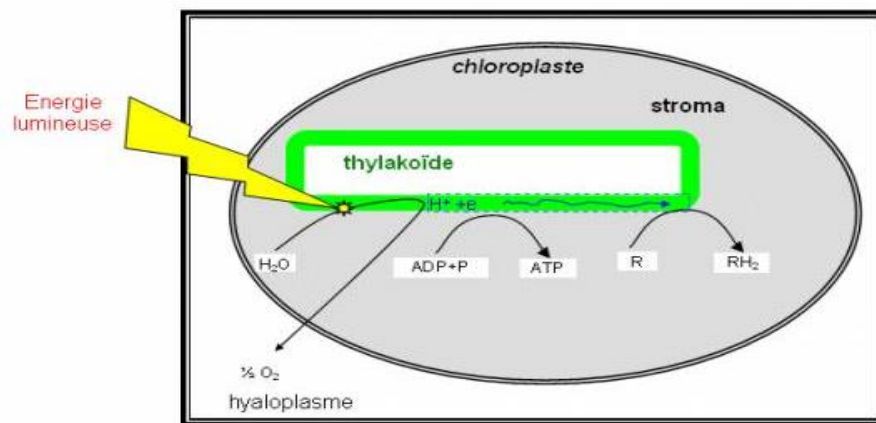
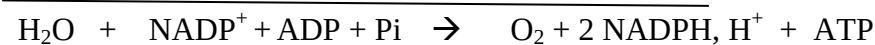
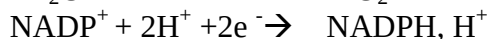
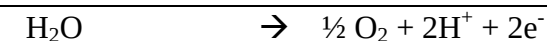


Schéma de la phase claire

1.3. Bilan :



2. Phase chimique ou sombre ou phase d'assimilation du CO_2 :

2.1. Siège :

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

Cette phase se passe dans le **stroma** des chloroplastes. Le stroma renferme de nombreux métabolites intermédiaires des synthèses organiques.

2.2. Caractéristiques :

Elle utilise les produits formés au cours de la phase claire et est caractérisée par :

- La fixation du CO_2 sur le Rudi-P grâce à une enzyme appelée Rubisco (Ribulose Biphosphate Carboxylase Oxydase) pour former un sucre en C_6 ;
- La formation de 2 APG (C_3) à partir du C_6 ;
- La réduction de l'APG en triose phosphate (C_3P) ;
- La régénération du Rudi-P à partir du C_3P ;
- La synthèse des composés organiques divers (glucides, lipides et protides).

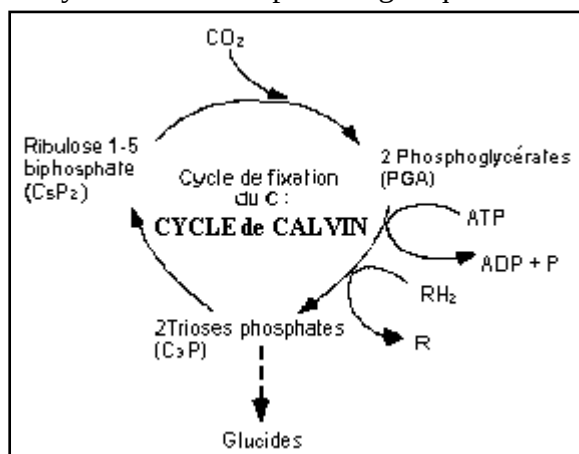
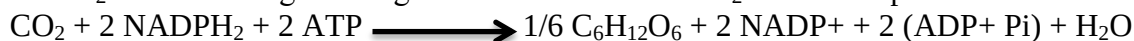


Schéma de la phase sombre

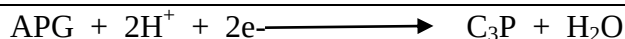
2.3. Bilan :

Le CO_2 est réduit en glucides grâce l'ATP et le NADPH_2 issus de la phase claire.



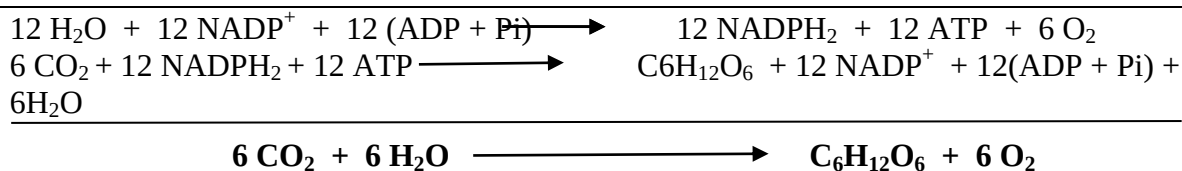
3. Couplage phase claire – phase sombre :

Ce couplage se fait au niveau de la transformation de l'APG en C_3P .



Les protons (H^+) et les électrons (e^-) sont issus de l'oxydation du NADPH_2 produit pendant la phase claire. Cette réaction nécessite de l'énergie fournie par l'ATP formé aussi au cours de la phase claire. Les réactions chimiques de la phase sombre sont donc dépendantes de celles de la phase claire.

L'équation globale de la photosynthèse peut alors s'écrire :



METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

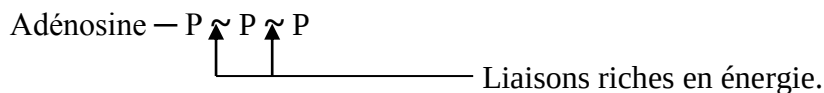
II. Transformation de l'énergie des métabolites organiques en ATP :

L'énergie des métabolites organiques est transformée en ATP grâce aux oxydations cellulaires (la respiration et les fermentations).

1. La respiration cellulaire :

1.1. Définition et siège :

La **respiration cellulaire** est la dégradation complète ou totale d'un métabolite en présence d'O₂ avec libération d'ATP. Elle se déroule dans les **mitochondries**. Les mitochondries possèdent des enzymes, des transporteurs d'électrons et de protons, des molécules d'ATP. Elles ont donc le matériel nécessaire pour assurer la conversion de l'énergie potentielle en énergie utilisable par les cellules (stockée dans les molécules d'ATP).

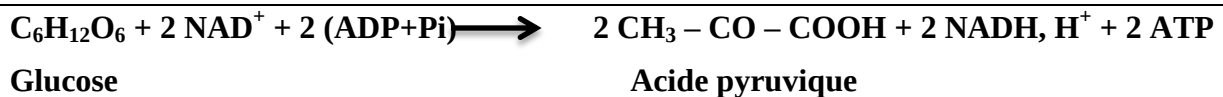


Molécule d'ATP

1.2. Dégradation du métabolite cellulaire : Exemple : le glucose

La dégradation totale du glucose se fait en 2 étapes.

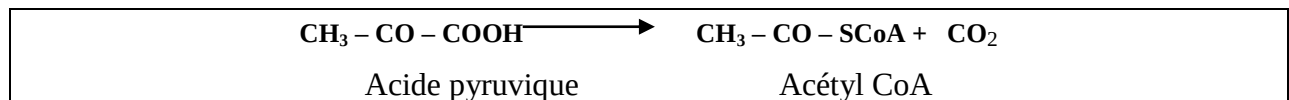
1^{ère} étape : Elle a lieu dans le hyaloplasme et correspond à la dégradation du glucose en acides pyruviques appelée **glycolyse**.



NB : La glycolyse ne consomme pas d'O₂ et son bilan énergétique se traduit par la formation de 2 ATP.

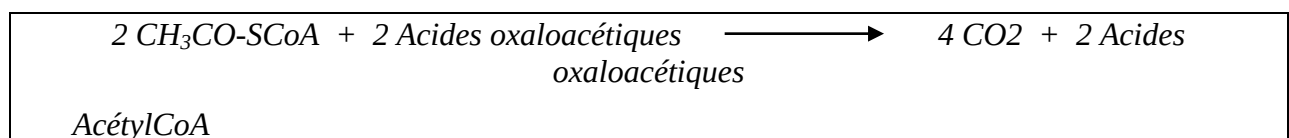
2^{ème} étape : Elle a pour siège la **matrice mitochondriale** et comprend une réaction transitoire suivie du cycle de krebs.

- **Réaction transitoire** : Elle sert de point au cycle de Krebs.



- **Cycle de Krebs ou cycle de l'acide citrique** :

L'acétyl CoA (C₂) se fixe sur l'acide oxaloacétique (C₄) qui préexiste dans les mitochondries pour former l'acide citrique (C₆). Ce C₆ subit une série de réactions de décarboxylations (2) et de désydhrogénations (4). L'acide oxaloacétique est régénéré à la fin du cycle et prêt à démarrer un nouveau cycle. Il faut 2 tours du cycle pour dégrader complètement une molécule de glucose. Chaque tour de cycle fournit 1 CO₂, 4 transporteurs réduits, 1 ATP et (dont 3 NADH, H⁺ et 1 FAD).



1.3. Chaîne respiratoire et Production d'ATP :

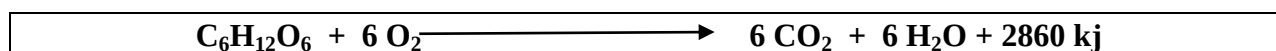
La chaîne respiratoire est localisée dans la **membrane interne des mitochondries**. Son rôle est de produire l'ATP par transfert des e- de NADH, H⁺ à un accepteur final qui est O₂. L'ATP est

METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

formé au fur et à mesure que les e⁻ parcourent la chaîne : c'est la **phosphorylation oxydative**. Il y a formation d'eau par suite de la combinaison des H⁺ et O₂.

Schéma de la chaîne respiratoire :

1.4. Bilan de la respiration cellulaire :



Au cours de cette réaction, **38 ATP** sont formés soit **1159kJ** utilisable par la cellule et le reste est dissipé sous forme de chaleur. Le rendement énergétique est : $115900/2860 \approx 40\%$

Tableau récapitulatif :

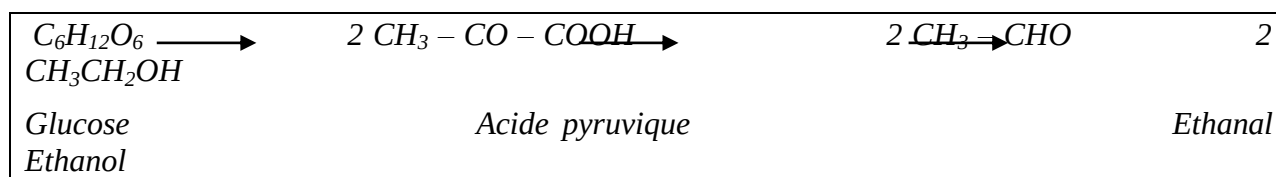
Réactions	ATP directement formé	Après formé après oxydation des transporteurs
Glycolyse	2 ATP	2 NADH, H ⁺ = 6 ATP
Réaction transitoire		2 NADH, H ⁺ = 6 ATP
Cycle de Krebs	2 ATP	6 NADH, H ⁺ = 18 ATP 2 FADH ₂ = 4 ATP
Total	4 ATP + 34 ATP = 38 ATP	

2. Fermentation ou respiration anaérobie :

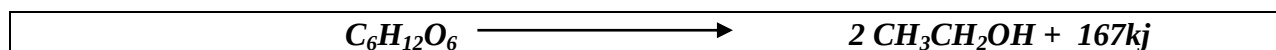
2.1. Définition et siège :

La fermentation est une dégradation partielle ou incomplète des substances organiques par les microorganismes en milieu anaérobie avec production d'énergie. Elle a lieu dans le hyaloplasme et commence par la glycolyse. L'accepteur final des e⁻ est toujours une molécule organique (encore riche en ATP).

2.2. Etude d'une fermentation : La fermentation alcoolique



2.3. Bilan :



METABOLISME ENERGETIQUE DE LA CELLULE

<i>Glucose</i>	<i>Ethanol</i>
----------------	----------------

2 ATP seulement sont produits soit 61kj.

3. Bilan comparé de la respiration et de la fermentation :

(Voir activité 4 C)